ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Киселев В. И.
Пользователь: kiselevvi
Дата подписания: 18.05.2023

В. И. Киселев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С0.02 Баллистика ракет
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Прикладная математика и ракетодинамика

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Киселев В. И.
Пользователь: kiselevvi
Дата подписания: 18.05.2023

В. И. Киселев

Разработчик программы,
старший преподаватель

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Бесков А. И.
Пользователь: beskovai
Дата подписания: 18.05.2023

А. И. Бесков

Миасс

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является: обучение студентов основным принципам и законам полёта ракет и других летательных аппаратов, которые необходимы при исследовании, проектировании, производстве, испытаниях и эксплуатации баллистических ракет, крылатых ракет, космических аппаратов, ракет-носителей, ракетных систем многоразового применения, воздушно-космических самолётов, систем противовоздушной, противоракетной и противокосмической обороны, беспилотных летательных аппаратов, разгонных ступеней, спускаемых аппаратов, систем авиационно-ракетного и тактического вооружения и других перспективных летательных и космических аппаратов. Освоение дисциплины решает следующие задачи: студенты приобретают знания об основных принципах и методах исследования полёта ракет, о построении законов управления полётом, математическом моделировании полёта, выборе основных проектных параметров разрабатываемых изделий, о подготовке к производству, проведении наземных и лётных испытаний, о сдаче в эксплуатацию и сопровождении готовых изделий в эксплуатации.

Краткое содержание дисциплины

Введение Фигура и гравитационное поле Земли Атмосфера Аэродинамические силы и моменты Ракетные двигатели Массо-центровочные и инерционные характеристики ракеты Принципы составления уравнений движения ракеты Управляющие силы и моменты Векторные уравнения движения Матрицы направляющих косинусов Система дифференциальных уравнений движения Уравнения движения в проекциях на оси траекторной системы Упрощение уравнений движения Аналитические решения уравнений движения Параболическая теория Задачи Циолковского

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен конструировать РКТ, ее составные части, системы и агрегаты	Знает: Основные этапы проектирования траекторий носителей; Основные задачи баллистики. Умеет: Составлять уравнения движения ракеты; Рассчитывать траекторные параметры по приближенным зависимостям. Имеет практический опыт: Решения баллистических задач; Оценки движения центра масс.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Устройство летательных аппаратов	Ракетные двигатели, Проектирование специальных систем ракет и космических аппаратов,

	Конструкция двигательных установок летательных аппаратов, Проектирование изделий ракетно-космической техники из композитных материалов, Технология производства изделий летательных аппаратов из композитных материалов, Динамика полета ракет, Проектирование систем теплозащиты и терморегуляции летательных аппаратов, Проектирование ракетно-технических комплексов, Системы управления летательными аппаратами, Конструкции узлов и агрегатов летательных аппаратов, Производственная практика (технологическая) (6 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Устройство летательных аппаратов	Знает: устройства и процессы, происходящие в изделиях ракетно-космической техники Умеет: обосновывать выбор устройств в изделиях ракетно-космической техники Имеет практический опыт: навыками выбора устройств и создания базы современных конструкций и технологий

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	53,75	53,75
Подготовка к зачету	30	30
Подготовка конспекта	23,75	23.75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение	2	2	0	0
2	Фигура и гравитационное поле Земли	4	2	2	0
3	Атмосфера	3	2	1	0
4	Аэродинамические силы и моменты	3	2	1	0
5	Ракетные двигатели	3	2	1	0
6	Массо-центровочные и инерционные характеристики ракеты	3	2	1	0
7	Принципы составления уравнений движения ракеты	3	2	1	0
8	Управляющие силы и моменты	3	2	1	0
9	Векторные уравнения движения	3	2	1	0
10	Матрицы направляющих косинусов	3	2	1	0
11	Система дифференциальных уравнений движения	3	2	1	0
12	Уравнения движения в проекциях на оси траекторной системы	3	2	1	0
13	Упрощение уравнений движения	3	2	1	0
14	Расчёт свободного падения тел. Расчёт свободного падения тел в атмосфере.	3	2	1	0
15	Расчёт движения тел в параболической теории.	3	2	1	0
16	Задачи Циолковского	3	2	1	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия и термины баллистики. Ракета и комплектующие её системы. Классификация ракет. Участки баллистической траектории. Основные задачи баллистики ракет.	2
2	2	Земля как шар в первом приближении. Общий земной эллипсоид. Референц-эллипсоид. Системы координат, определяющие положение точки на Земле. Геоцентрическая СК. Геодезическая СК. Географическая (астрономическая) СК. Гравитационное поле. Две составляющие ускорения силы притяжения. Составляющая по направлению к центру Земли. Составляющая, параллельная оси вращения Земли.	2
3	3	Основные параметры атмосферы, учитываемые в баллистике. Температура, плотность, давление. Возмущения параметров атмосферы. Стандартная атмосфера. Каноническое разложение случайных параметров атмосферы.	2
4	4	Полная аэродинамическая сила. Полный аэродинамический момент. Связанная система координат. Поточная СК. Углы атаки и скольжения. Матрица направляющих косинусов между связанной и поточной СК. Разложение полной аэродинамической силы на составляющие. Аэродинамические коэффициенты. типовые зависимости аэродинамических коэффициентов от параметров движения. Цент давления. Демпфирующий момент. Коэффициенты демпфирующего момента. Аэродинамическое качество.	2
5	5	Жидкотопливные и твёрдотопливные ракетные двигатели. Основные характеристики РД. Тяга, удельная тяга, секундный расход топлива,	2

		коэффициент соотношения компонентов топлива. Формулы для вычисления основных характеристик. Практическая формула для определения тяги.	
6	6	Масса, положение центра масс, моменты инерции. Баллистический параметр.	2
7	7	Разделение движения на продольное центра масс и вращательное движение вокруг центра масс. Векторное уравнение продольного движения. Векторное уравнение вращательного движения. Возмущающие силы и моменты.	2
8	8	Органы управления ракетой. Классификация органов управления. Схемы расположения органов управления. Управляемость ракеты.	2
9	9	Вывод уравнений поступательного движения. Проекции уравнений на оси земной системы координат. Вывод уравнений вращательного движения. Проекции уравнений на оси связанной СК. Углы Эйлера.. Стартовая система координат. Начальная стартовая СК.	2
10	10	Вывод матриц направляющих косинусов. Матрицы перехода между координатами различных систем.	2
11	11	Представление вектора угловой скорости по составляющим. Кинематические уравнения. Динамические уравнения.	2
12	12	Геоцентрическая СК. Скоростная и траекторная СК. Местная географическая СК. Полусвязанная СК. Матрицы направляющих косинусов. Уравнения движения.	2
13	13	Учёт участка траектории. Квазиустановившееся движение. Упрощение матриц направляющих косинусов. Разделение общего движения на продольное и боковое. Линеаризация уравнений.	2
14	14	Дифференциальные уравнения движения. Аналитическое решение уравнений баллистического спуска в атмосфере.	2
15	15	Вывод уравнений параболической теории и их аналитическое решение.	2
16	16	Первая задача Циолковского. Вторая задача Циолковского.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Фигура и гравитационное поле Земли	2
2	3	Атмосфера	1
3	4	Аэродинамические силы и моменты	1
4	5	Ракетные двигатели	1
5	6	Массо-центровочные и инерционные характеристики ракеты	1
6	7	Принципы составления уравнений движения ракеты	1
7	8	Управляющие силы и моменты	1
8	9	Вывод уравнений поступательного движения	1
9	10	Вывод матриц направляющих косинусов	1
10	11	Расчёт баллистического спуска в атмосфере	1
11	12	Вывод уравнений движения в проекциях на оси траекторной системы координат.	1
12	13	Вывод упрощённых уравнений движения	1
13	14	Расчёт свободного падения тел. Расчёт свободного падения тел в атмосфере.	1
14	15	Расчёт движения тел в параболической теории.	1
15	16	Задачи Циолковского	1

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	ПУМД, осн. лит. 1-2; доп. лит. 1-3; ЭУМД, осн. лит. 6-9; доп. лит. 1-5; метод. пос. 1.	5	30
Подготовка конспекта	ПУМД, осн. лит. 1-2; доп. лит. 1-3; ЭУМД, осн. лит. 6-9; доп. лит. 1-5; метод. пос. 1.	5	23,75

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	5	Текущий контроль	Конспект лекций Тема 1	1	2	Студент готовит конспект по теме. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 2 балла - конспект подробен, выделены основные мысли. 1 балл - конспект не поло. 0 баллов - задание не выполнено.	зачет
2	5	Текущий контроль	Конспект лекций Тема 2	1	2	Студент готовит конспект по теме. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 2 балла - конспект подробен, выделены основные мысли. 1 балл - конспект не поло. 0 баллов - задание не выполнено.	зачет
3	5	Текущий контроль	Конспект лекций Тема 3	1	2	Студент готовит конспект по теме. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 2 балла - конспект подробен, выделены основные мысли. 1 балл - конспект не поло.	зачет

						0 баллов - задание не выполнено.	
4	5	Текущий контроль	Конспект лекций Тема 4	1	2	Студент готовит конспект по теме. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). 2 балла - конспект подробен, выделены основные мысли. 1 балл - конспект не поло. 0 баллов - задание не выполнено.	зачет
5	5	Проме-жуточная аттестация	Зачёт	-	10	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся. Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля. При условии выполнения всех мероприятий текущего контроля и достижении 60% рейтинга обучающийся получает зачет. При желании повысить рейтинг за курс обучающийся на очном зачете устно опрашивается по билету, сформированному из вопросов, выносимых на зачет. Билет содержит два вопроса. Правильный ответ на вопрос соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (зачет) для улучшения своего рейтинга. Зачет проводиться в соответствии с расписанием. На зачет отводится 20 минут. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы в пределах выданного билета.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-1	Знает: Основные этапы проектирования траекторий носителей; Основные задачи баллистики.	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: Составлять уравнения движения ракеты; Рассчитывать траекторные параметры по приближенным зависимостям.	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: Решения баллистических задач; Оценки движения центра масс.	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Лысенко, Л. Н. Наведение и навигация баллистических ракет : учебное пособие / Л. Н. Лысенко. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007
2. Павлюк, Ю. С. Баллистическое проектирование ракет : учебное пособие для вузов / Ю. С. Павлюк. - Челябинск : ЧГТУ, 1996. + Электрон. текстовые дан.

б) дополнительная литература:

1. Ерохин, Б. Т. Теория внутрикамерных процессов и проектирование РДТТ : учебник для высших технических учебных заведений / Б. Т. Ерохин. - М. : Машиностроение, 1991. - 560 с. : ил.
2. Сихарулидзе, Ю.Г. Баллистика и наведение летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Бином. Лаборатория знаний, 2015. — 413 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70701
3. Иванов, Н. М. Баллистика и навигация космических аппаратов [Текст] : учебник для вузов / Н. М. Иванов, Л. Н. Лысенко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана . 2016

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. 1. Афанасьев, В. А. Аналитическое решение дифференциальных уравнений в задачах управления техническими системами : учебное пособие / В. А. Афанасьев. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2009. - 24 с. + Электрон. текстовые дан.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 1. Афанасьев, В. А. Аналитическое решение дифференциальных уравнений в задачах управления техническими системами : учебное пособие / В. А. Афанасьев. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2009. - 24 с. + Электрон. текстовые дан.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пимштейн В. Г. Альбом. Аэроакустические взаимодействия в турбулентных струях [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 83 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59597
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства	Соловей, Э.Я. Динамика систем наведения управляемых авиабомб [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.Я. Соловей, А.В. Храпов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 326 с. — Режим доступа:

		Лань	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=757
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Дмитриевский, А.А. Внешняя баллистика: Учебник для студентов вузов [Электронный ресурс] : учебник / А.А. Дмитриевский, Л.Н. Лысенко. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2005. — 608 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=767
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Исаков, А.Л. Синтез облика баллистических ракет: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова (Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова), 2010. — 129 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64104
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Исаков, А.Л. Синтез облика баллистических ракет: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова (Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова), 2010. — 129 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64104
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Толпегин, О.А. Экспериментальная баллистика: тексты лекций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 211 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/75166
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Денис, А.Б. Интеллектуальное планирование траекторий подвижных объектов в средах с препятствиями [Электронный ресурс] : / А.Б. Денис, Вячеслав Ф., Ю.К. Евгений [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2015. — 297 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72010
8	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Башкин, В.А. Численное исследование задач внешней и внутренней аэродинамики [Электронный ресурс] : монография / В.А. Башкин, И.В. Егоров. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2013. — 332 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59694
9	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Сихарулидзе, Ю.Г. Баллистика и наведение летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Бином. Лаборатория знаний, 2015. — 413 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70701

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника,

	ауд.	предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	306 (5)	Мультимедийный класс: 1. Процессор CEL-1700/ASUS P4BGL/256M/40G/DVD 2. Монитор SAMSUNG 17” SuncMaster 765 MB 3. Проектор Toshiba TDP-T95 4. Экран Matte White S 200x200 5. Колонки SVEN 611
Практические занятия и семинары	306 (5)	Мультимедийный класс: 1. Процессор CEL-1700/ASUS P4BGL/256M/40G/DVD 2. Монитор SAMSUNG 17” SuncMaster 765 MB 3. Проектор Toshiba TDP-T95 4. Экран Matte White S 200x200 5. Колонки SVEN 611